

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-201223
(43)Date of publication of application : 09.08.1996

(51)Int.Cl. G01M 11/00
H04B 10/08

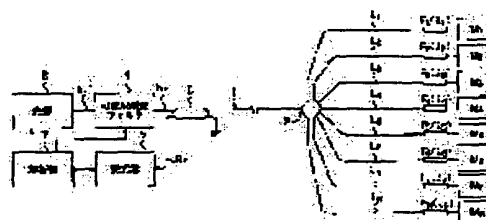
(21)Application number : 07-011010 (71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
(22)Date of filing : 26.01.1995 (72)Inventor : HATTORI YASUJI
INOUE SUSUMU
FURUKAWA SHINICHI

(54) METHOD AND SYSTEM FOR MONITORING OPTICAL FIBER NETWORK

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a monitoring system featuring high accuracy and versatility/expandability, etc.

CONSTITUTION: A fiber-optic network consisting of a plurality of branching fiber-optic lines L1-LN connected to a main fiber-optic line 1 via a branching star coupler 2, etc., is to be monitored. The branching fiber-optic lines L1-LN are distinguished by providing fixed reflection-type filters F1-FN set at mutually different wavelengths λ_1 - λ_N . A light h of a wide wavelength band projected from a light source 3 is turned to a probe light h ; from which light components of wavelengths λ_1 - λ_N are sequentially removed by a variable reflection-type filter 4. The probe light is brought into the main fiber-optic line 1 via a bidirectional optical branching filter 6. Accordingly, a photodetector 5 detects a reflecting light R from the fixed reflection-type filters F1FN. An analyzing part 7 analyzes the intensity of the reflecting light R and spectrum for every wavelength from the detected data, whereby the presence/absence of an obstacle or a point where the obstacle is brought about are detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.07.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-201223

(43)公開日 平成8年(1996)8月9日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G 0 1 M 11/00

R

H 0 4 B 10/08

H 0 4 B 9/ 00

K

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-11010

(22)出願日 平成7年(1995)1月26日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 服部 保次

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 井上 享

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

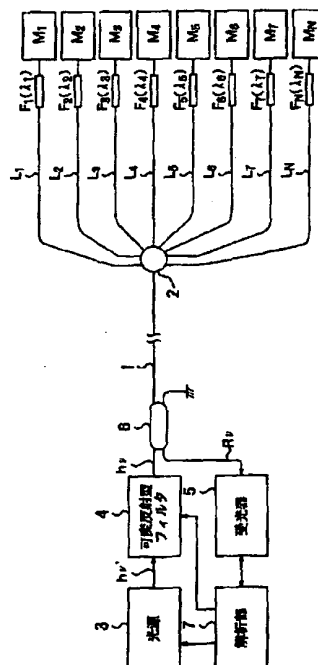
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバ線路網の監視方法及びその監視システム

(57)【要約】

【目的】 高精度及び汎用性・拡張性等を有する監視システムを提供する。

【構成】 幹線光ファイバ線路1に分岐用スターカプラ2を介して複数の枝線光ファイバ線路L₁～L_nが接続されて成る光ファイバ線路網を監視対象とする。各枝線光ファイバ線路は、相互に異なる反射波長λ₁～λ_nに設定された固定反射型フィルタF₁～F_nが設けられて識別化されている。光源3から出射された広波長帯域の光hν'は、可変反射型フィルタ4で、波長λ₁～λ_nの光成分が順次に欠如されたプローブ光hνとなり、双方向光分岐器6を介して幹線光ファイバ線路1に入射し、これに対応して、受光器5が固定反射型フィルタF₁～F_nからの反射光Rνを検出し、解析部7は、検出データから反射光Rνの強度や波長毎のスペクトラムを解析して、障害発生の有無や障害発生箇所を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 樹枝状に配線された光ファイバ線路網に含まれる各枝線光ファイバ線路の障害発生の有無及び障害発生箇所を監視する、光ファイバ線路網の監視方法において、

前記各枝線光ファイバ線路に、夫々相互に反射波長の異なる反射フィルタを設け、

監視対象である上記各枝線光ファイバより上流側に位置する光ファイバ線路から下流側へ、前記反射フィルタに設定されている波長成分のうち特定波長の光成分が欠如したプローブ光を入射し、

前記プローブ光の入射に対応して前記反射フィルタで反射されて戻ってくる反射光の光強度又は各波長毎のスペクトルを計測することにより、上記監視対象の特徴抽出データを得ること、を特徴とする光ファイバ線路網の監視方法。

【請求項2】 樹枝状に配線された光ファイバ線路網に含まれる各枝線光ファイバ線路の障害発生の有無及び障害発生箇所を監視する、光ファイバ線路網の監視方法において、

前記各枝線光ファイバ線路に、夫々相互に反射波長の異なる反射フィルタを設け、

監視対象である上記各枝線光ファイバより上流側に位置する光ファイバ線路から下流側へ、前記反射フィルタに設定されている波長成分のうち特定波長の光成分が欠如したプローブ光を入射し、

前記プローブ光の入射に対応して前記反射フィルタで反射されて戻ってくる反射光の輝度レベル又は各波長毎のスペクトルを計測することにより、上記監視対象の特徴抽出データを得て、

前記各枝線光ファイバ線路が正常であるときに予め計測した特徴抽出データと監視時に得られた特徴抽出データとを比較することにより、障害発生の有無及び障害発生箇所の判定を行うこと、を特徴とする光ファイバ線路網の監視方法。

【請求項3】 前記反射光の各波長毎の伝搬時間を計測することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ファイバ線路網の監視方法。

【請求項4】 樹枝状に配線された光ファイバ線路網に含まれる各枝線光ファイバ線路の障害発生の有無及び発生箇所を監視する、光ファイバ線路網の監視システムにおいて、

前記各枝線光ファイバ線路に設けられて、夫々相互に異なる反射波長に設定されている反射フィルタと、

監視対象である前記各枝線光ファイバより上流側に位置する光ファイバ線路から下流側へ、前記反射フィルタに設定されている波長成分のうち特定波長の光成分が欠如したプローブ光を入射する光入射手段と、

前記プローブ光の入射に対応して前記反射フィルタで反射されて戻ってくる反射光の輝度レベル又は各波長毎の

スペクトルを計測することにより、上記監視対象の特徴抽出データを得る検出手段と、を有すること特徴とする光ファイバ線路網の監視システム。

【請求項5】 樹枝状に配線された光ファイバ線路網に含まれる各枝線光ファイバ線路の障害発生の有無及び発生箇所を監視する、光ファイバ線路網の監視システムにおいて、

前記各枝線光ファイバ線路に設けられて、夫々相互に異なる反射波長に設定されている反射フィルタと、

監視対象である前記各枝線光ファイバより上流側に位置する光ファイバ線路から下流側へ、前記反射フィルタに設定されている波長成分のうち特定波長の光成分が欠如したプローブ光を入射する光入射手段と、

前記プローブ光の入射に対応して前記反射フィルタで反射されて戻ってくる反射光の光強度又は各波長毎のスペクトルを計測することにより、上記監視対象の特徴抽出データを得る検出手段と、

前記各枝線光ファイバ線路が正常であるときに予め計測した特徴抽出データと監視時に得られた特徴抽出データとを比較することにより、障害発生の有無及び障害発生箇所の判定を行う解析手段と、を有することを特徴とする光ファイバ線路網の監視システム。

【請求項6】 前記検出手段は、前記反射光の各波長毎の伝搬時間を計測することを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の光ファイバ線路網の監視システム。

【請求項7】 前記反射フィルタは、前記枝線光ファイバ線路のコアに形成され、光の屈折率を局所的に変化させる縞状の部分有することを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の光ファイバ線路網の監視システム。

【請求項8】 前記光入射手段は、前記反射フィルタに設定されている反射波長を含む広波長帯域の光を出射する光源と、

広波長帯域の光を伝搬する光ファイバ線路のコアに形成され、光の屈折率を局所的に変化させる縞状の部分有し、熱又は機械的応力が付与されることにより可逆的に非透過波長を設定して前記プローブ光を発生する可変反射型フィルタと、から成ることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の光ファイバ線路網の監視システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、分岐を有する光ファイバ線路網において、光ファイバ線路の障害発生の有無や障害発生箇所の特定をするための監視方法及び監視システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 旧来、光ファイバ線路の障害箇所を検知する技術としては、その光ファイバ線路にパルス光を入射したときに生じる後方散乱光を時間分割型の受光器で受光し、その受光にて得られた反射波形と正常時に予め得ておいた反射波形とを比較することにより、障害発生

の有無及び障害発生箇所を特定する技術が知られている。

【0003】更に、近年になって、加入者光通信網やCATV網などのように、幹線光ファイバ線路にスターカプラ等の受動分岐素子を介して複数の枝線光ファイバ線路が接続され且つ、各枝線光ファイバ線路に加入者端末器が接続されて成る樹枝状の光ファイバ線路網が普及するに至り、このような大規模な光ファイバ線路網の障害監視及び障害発生箇所の特定化を確実にすることが、伝送品質の維持のために極めて重要となっている。そして、上記旧来の方法では、大規模な光ファイバ線路網の障害監視等に十分な効果が得られないという問題があった。

【0004】そこで、このような課題に対して、特開平4-340435号に示された「光ファイバ線路の故障位置探索方法」が知られている。これは、実際の光ファイバ線路網に対応する計算モデルを作成し、この計算モデルに対して検索用の光パルスデータを導入したときに得られる応答特性データをコンピュータシミュレーションによって予め収集しておく。そして、実際の光ファイバ線路網に対して上記光パルスデータと等価な光パルスを入射させたときに得られる応答光の波形データと上記応答特性データとを比較することによって、障害発生の有無及び障害発生箇所を推定するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の「光ファイバ線路の故障位置探索方法」にあつては、上記のコンピュータシミュレーションを実施するために大型コンピュータが必要であり、更に、膨大な計算を実行するのに伴って解析誤差が累積されていくので、高精度で障害箇所を推定することが困難である。また、光ファイバ線路網の構成は、日々拡張及び変更が成されるので、実際の光ファイバ線路網に対応する理想的な計算モデルを作成することは極めて困難である。

【0006】本発明はこのような従来技術の課題に鑑みて成されたものであり、容易に且つ高精度で光ファイバ線路網の障害発生の有無や障害発生箇所を特定することができると共に、汎用性・拡張性を有する、光ファイバ線路網の監視方法及び監視システムを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために本発明は、樹枝状に配線された光ファイバ線路網に含まれる各枝線光ファイバ線路の障害発生の有無及び障害発生箇所を監視する、光ファイバ線路網の監視方法において、前記各枝線光ファイバ線路に、夫々相互に反射波長の異なる反射フィルタを設け、監視対象である上記各枝線光ファイバより上流側に位置する光ファイバ線路から下流側へ、前記反射フィルタに設定されている波長成分のうち特定波長の光成分が欠如したプローブ光

を入射し、前記プローブ光の入射に対応して前記反射フィルタで反射されて戻ってくる反射光の光強度又は各波長毎のスペクトルを計測することにより、上記監視対象の特徴抽出データを得るようにした。

【0008】また、前記各枝線光ファイバ線路が正常であるときの前記抽出データを予め収集しておき、実際の監視時にプローブ光を入射してそれに対応して戻ってくる反射光の強度又は各波長毎のスペクトルの特徴抽出データと、予め計測した前記抽出データとを比較することにより、障害発生の有無及び障害発生箇所の判定を行うこととした。

【0009】また、前記反射光の各波長毎の伝搬時間を計測することにより、前記の特徴抽出データを得ることとした。

【0010】また、前記反射フィルタは、前記枝線光ファイバ線路のコアに形成され、光の屈折率を局所的に変化させる縞状の部分の有する光学的フィルタを適用することとした。

【0011】また、前記プローブ光を入射するための光入射手段は、前記反射フィルタに設定されている反射波長を含む広波長帯域の光を出射する光源と、広波長帯域の光を伝搬する光ファイバ線路のコアに形成され、光の屈折率を局所的に変化させる縞状の部分の有し、熱又は機械的応力が付与されることにより可逆的に非透過波長を設定して前記プローブ光を発生する可変反射型フィルタとで構成した。

【0012】

【作用】監視対象である複数の枝線光ファイバ線路に、相互に異なる反射波長の反射型フィルタが設けられるので、各枝線光ファイバ線路は、各反射型フィルタの反射波長によって識別化される。

【0013】そして、これらの反射型フィルタに対応する波長の光成分を順次に欠如して成るプローブ光を上流側から入射したときに得られる反射光の各波長の光強度レベルの変化パターンに基づいて障害等を判定するので、その障害の有無及び障害発生箇所の特定を枝線光ファイバ線路毎に行うことができる。

【0014】また、前記検出手段により、前記反射光の各波長毎の伝搬時間を計測すると、障害の発生した枝線光ファイバ線路の異常発生箇所をより詳細に検知することができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面と共に説明する。まず、図1において、幹線光ファイバ線路1に分岐用スターカプラ2を介して複数の枝線光ファイバ線路L₁～L_nが接続され、各枝線光ファイバ線路L₁～L_nの終端に加入者用端末器M₁～M_nが接続されて成る一般的な光ファイバ線路網に、本発明の監視システムが適用された場合の構成例を説明する。

【0016】例えば、CATV網の局舎内などに、監視

時に使用される光 $h\nu'$ を出射する光源3と、その光 $h\nu'$ のうちの所望波長 $\lambda_{c,i}$ の光成分のみを選択反射することによりその波長成分を含まない光 $h\nu$ を通過させる可変反射型フィルタ4と、光電変換機能を有する受光器5が設けられる。

【0017】幹線光ファイバ線路1の上流側の一端には、双方向光分岐器6が接続され、双方向光分岐器6の一方の上流側端に可変反射型フィルタ4の出力端が接続されると共に、他方の上流側端に受光器5が接続される。そして、マイクロコンピュータシステム等からなる解析部7が、光源3の点滅動作と可変反射型フィルタ4の反射波長 $\lambda_{c,i}$ の切替え動作とを制御すると共に、受光器5から出力される信号の解析処理を行う。尚、双方向光分岐器6の不要な端子は無反射端となっている。

【0018】一方、枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ の各々の一側端には、相互に異なった波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光を反射する固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ が設けられる。即ち、枝線光ファイバ線路 L_1 には、上流側から下流側へ伝搬する波長 λ_1 の光のみを反射する固定反射型フィルタ F_1 が設けられ、枝線光ファイバ線路 L_2 には、上流側から下流側へ伝搬する波長 λ_2 の光のみを反射する固定反射型フィルタ F_2 が設けられ、残余の枝線光ファイバ線路 $L_3 \sim L_N$ にも同様に、夫々が所定反射波長 $\lambda_3 \sim \lambda_N$ の光のみを反射する固定反射型フィルタ $F_3 \sim F_N$ が設けられる。そして、反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ は相互に一致した波長でなく、全てが独立排他的な波長に設定される。

【0019】次に、監視システムの監視原理と動作を説明する。光源3は、解析部7の制御に従って、所定タイミングに同期してパルス状の光 $h\nu'$ を出射する。この光 $h\nu'$ は、固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ に設定されている反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光成分を必ず包含する広波長帯域 W を有している。即ち、この波長帯域 W の下限波長を λ_L 、上限波長を λ_U とすれば、 $\lambda_L \leq \lambda_1 \sim \lambda_N \leq \lambda_U$ の関係に設定されている。

【0020】可変反射型フィルタ4は、解析部7の制御に従って、固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ に設定されている反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ のいずれか一つの波長と等しい反射波長 $\lambda_{c,i}$ を選択的に設定する。したがって、可変反射型フィルタ4は、反射波長 $\lambda_{c,i}$ を、 $\lambda_{c,i} = \lambda_1$ に設定すると、光 $h\nu'$ のうちの波長 λ_1 の光成分の通過を阻止して、残りの波長成分から成るパルス状のプロープ光 $h\nu$ を双方向光分岐器6に入射し、反射波長 $\lambda_{c,i}$ を、 $\lambda_{c,i} = \lambda_2$ に設定すると、光 $h\nu'$ のうちの波長 λ_2 の光成分の通過を阻止して、残りの波長成分から成るパルス状のプロープ光 $h\nu$ を双方向光分岐器6に入射する。そして、残余の反射波長 $\lambda_3 \sim \lambda_N$ が個々独立に設定された場合にも同様に、これらの設定された波長 $\lambda_3 \sim \lambda_N$ の光成分の通過が阻止されて、残りの波長成分から成るパルス状のプロープ光 $h\nu$ が双方向光分岐

器6に入射される。

【0021】このように、可変反射型フィルタ4で波長選択された（即ち、特定の波長の光成分が除去された）パルス状のプロープ光 $h\nu$ は、双方向光分岐器6を介して幹線光ファイバ線路1に入射され、更に分岐用スターカプラ2を介して各枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ に伝搬することになる。そして、夫々の固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ は、プロープ光 $h\nu$ のうち、夫々に設定されている反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光成分のみを反射し、各々の反射光は、元の枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ 及び分岐用スターカプラ2を介して幹線光ファイバ線路1へ伝搬され、更に双方向光分岐器6を介して受光器5に受光される。

【0022】ここで、受光器5にて受光される光（以下、合成反射光と呼ぶ） $R\nu$ の波長成分は図2及び図3に示すように、可変反射型フィルタ4において選択設定された特定の反射波長 $\lambda_{c,i}$ と、固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ の反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ との相関関係を有している。

【0023】図2は、幹線光ファイバ線路1と全ての枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ に何等の障害も無く正常な場合の上記相関関係を示す。まず、かかる正常時において、可変反射型フィルタ4に反射波長 $\lambda_{c,i}$ を設定することなく、光源3からの光 $h\nu'$ をそのまま通過させてそのプロープ光 $h\nu$ （ $=h\nu'$ ）を入射させた場合（A）では、固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ に設定された全ての波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光成分が反射光となるので、受光器5で受光される合成反射光 $R\nu$ の波長成分は $\lambda_1 \sim \lambda_N$ となる。更に、プロープ光 $h\nu$ の各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光強度が予め決められた値 $I_1 \sim I_N$ に設定にされるので、合成反射光 $R\nu$ の各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光強度も同様に、定常的に特定の値 $R_1 \sim R_N$ となり、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光強度の合計値 RT は、 $RT = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_{N-1} + R_N$ となる。

【0024】一方、可変反射型フィルタ4に反射波長 $\lambda_{c,i}$ を順次に切替えて、その波長 $\lambda_{c,i}$ の光成分が除去されたプロープ光 $h\nu$ を入射させた場合（B）では、受光器5で検出される反射光 $R\nu$ の光強度の合計値 RC は、反射波長 $\lambda_{c,i}$ で設定された波長成分だけ欠如するので、上記の合計値 RT よりも小さな値となる。例えば、可変反射型フィルタ4に反射波長を $\lambda_{c,i} = \lambda_1$ に設定すると、固定反射型フィルタ F_1 から反射する光成分が無くなるので、合計値 RC は、 $RC = R_2 + R_3 + \dots + R_{N-1} + R_N$ となる。

【0025】また、反射波長を $\lambda_{c,i} = \lambda_2$ に設定すると、固定反射型フィルタ F_2 から反射する光成分が無くなるので、合計値 RC は、

$$RC = R_1 + R_3 + \dots + R_{N-1} + R_N$$

となり、以下同様に、設定された反射波長 $\lambda_{c,i}$ に対応する光強度の分だけ小さな合計値 RC が得られることとなる。

【0026】したがって、幹線光ファイバ線路1と全ての枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ が正常な場合に受光器5で検出される反射光 R_v の光強度の合計値 RC は、可変反射型フィルタ4に設定される反射波長 $\lambda_{c,i}$ に対応して欠落する光強度を R_i とすれば、

$$RC = (R_1 + R_2 + \dots + R_{N-1} + R_N) - R_i$$

となる。

【0027】図3は、枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ に何等かの障害が発生した場合(C)の上記相関関係を示す。例えば、可変反射型フィルタ4の反射波長 $\lambda_{c,i}$ を、 $\lambda_{c,i} = \lambda_1$ に設定した場合において、枝線光ファイバ線路 L_1 に障害が発生した場合には、固定反射型フィルタ F_1 からの反射光が無くなるので、受光器5で検出される反射光 R_v の合計光強度の値 RI は、

$$RI = R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$$

となる。

【0028】また、 $\lambda_{c,i} = \lambda_1$ の同条件下で、枝線光ファイバ線路 L_2 に障害が発生した場合には、固定反射型フィルタ F_1 及び F_2 からの反射光が無くなるので、受光器5で検出される反射光 R_v の合計光強度の値 RI は、

$$RI = R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$$

となる。そして同様に、 $\lambda_{c,i} = \lambda_1$ の同条件下で、枝線光ファイバ線路 L_N に障害が発生した場合には、固定反射型フィルタ F_1 及び F_N からの反射光が無くなるので、受光器5で検出される反射光 R_v の合計光強度の値 RI は、

$$RI = R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1}$$

となる。

【0029】また、可変反射型フィルタ4の反射波長 $\lambda_{c,i}$ が、 $\lambda_{c,i} = \lambda_2$ に設定された場合において、枝線光ファイバ線路 L_1 に障害が発生した場合には、固定反射型フィルタ F_1 及び F_2 からの反射光が無くなるので、受光器5で検出される反射光 R_v の合計光強度の値 RI は、

$$RI = R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$$

となる。

【0030】また、 $\lambda_{c,i} = \lambda_2$ の同条件下で、枝線光ファイバ線路 L_2 に障害が発生した場合には、固定反射型フィルタ F_2 からの反射光が無くなるので、受光器5で検出される反射光 R_v の合計光強度の値 RI は、

$$RI = R_1 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$$

となる。

【0031】そして同様に、 $\lambda_{c,i} = \lambda_2$ の同条件下で、枝線光ファイバ線路 L_N に障害が発生した場合には、固定反射型フィルタ F_2 及び F_N からの反射光が無くなるので、受光器5で検出される反射光 R_v の合計光

強度の値 RI は、

$$RI = R_1 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1}$$

となる。

【0032】したがって、枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ のいずれか一つに障害が発生した場合に受光器5で検出される反射光 R_v の光強度の合計値 RI は、可変反射型フィルタ4に設定される反射波長を $\lambda_{c,i}$ 、反射波長 $\lambda_{c,i}$ に対応して合成反射光 R_v から欠落する光強度成分を R_i 、障害の発生した枝線光ファイバ線路を L_j 及びその反射波長を λ_j 、反射波長 λ_j に対応して合成反射光 R_v から欠落する光強度成分を R_j とすれば、合成反射光 R_v の光強度の合計値 RI は、

$$RI = (R_1 + R_2 + \dots + R_{N-1} + R_N) - R_i - R_j$$

となる。但し、 $\lambda_{c,i} = \lambda_j$ の関係下では、 $R_i = 0$ である。

【0033】したがって、図2に示した各態様毎の反射光 R_v の光強度の合計値 RC と、図3に示す各態様毎の反射光 R_v の光強度の合計値 RI とのデータを、参照データとして予め解析装置7内の記憶領域中に内蔵しておき、監視時に、プローブ光 $h\nu$ を入射して受光器4から得られる実際の光強度の合計値 RR と、参照データ RC 、 RI とを比較して、参照データ RC 、 RI の中から合計値 RR と最も高い相関を有するデータパターンと、図2及び図3に示すいずれかの態様を検索することによって、障害発生の有無と障害の発生した枝線光ファイバ線路の特定を行うことができる。

【0034】このように、この実施例は、各枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_N$ に、夫々を識別することができる特定反射波長の固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ を設置しておき、これらの固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_N$ に対応する波長の光成分を除いたプローブ光 $h\nu$ を入射したときに得られる合成反射光 R_v の光強度変化を特徴抽出し、この特徴抽出したパターンと予め求めておいた障害態様に係る参照パターンとを比較・解析することによって、障害の有無とその発生箇所を特定する。したがって、極めて簡素な構成の監視システムを構築することができると共に、プローブ光 $h\nu$ の入射に対応して異常の発生箇所等を直接的に確認することができることから極めて高精度の監視システムを実現することができる。

【0035】図4は、実際に行った実験結果の一つを示す。尚、この実験では、双方向光分岐器6から分岐用スターカブラ2までの幹線光ファイバ線路1の長さを約2kmとし、8本の枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_8$ を適用し、分岐用スターカブラ2から各固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_8$ までの各枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_8$ の長さをいずれも約2kmとし、各固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_8$ の反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の各中心波長を、 $\lambda_1 = 1641\text{nm}$ 、 $\lambda_2 = 1644\text{nm}$ 、 $\lambda_3 = 1647\text{nm}$ 、 $\lambda_4 = 1650\text{nm}$ 、 $\lambda_5 = 1653\text{nm}$ 、 $\lambda_6 = 1656\text{nm}$ 、 $\lambda_7 = 1659\text{nm}$ 、

$\lambda_s = 1662 \text{ nm}$ 、に設定した。

【0036】また、かかる各固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_n$ は、特表昭62-500052号公報に開示されているような、光ファイバのコア部分にアルゴンレーザの第2高調波による紫外光を照射することにより、上記特定の波長光を反射するファイバグレーティング（干渉縞による反射波長選択性を有するフィルタ）を形成することで実現した。尚、この反射率や約75%～約93%であった。光源3は、1.65 μm 帯のSLDを適用し、可変反射型フィルタ4には、上記同様のファイバグレーティングを形成した光ファイバに機械的な張力を付与することによって、反射波長を可変制御する構成とした。検出器5は、フォトダイオード等の光電変換素子で受光し、プリアンプで増幅する構成とした。そして、各枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_n$ を直線状態にした場合を正常状態、各枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_n$ を、分岐用スターカブラ2から約10mの部分で曲げることによって、夫々約50%の透過損失を発生させた場合を障害発生状態として、夫々の状態での検出器5からの出力信号レベル（即ち、合成反射光 R_v の合計光強度に相当する）を計測した。

【0037】図4に示す実験結果から明らかなように、正常状態と障害発生状態とは出力信号レベルに明確な差異が現われるので、所定のしきい値を基準にして、出力信号レベルがこのしきい値に対して大きなレベルか小さなレベルかで異常の有無を判断するのに、十分な分解能が得られる。そして、かかるしきい値に基づいて“0”又は“1”のデジタルデータを解析部7内で形成し、上記の異常の有無の判定・解析を行うことの有効性が確認された。

【0038】尚、この実施例では、光源3は、上記波長帯域 W の有する光 $h\nu'$ を出射するものであれば特に限定されるものではなく、例えば発光ダイオード等をパルス点灯させることによって実現することができる。また、受光器5にスペクトラムアナライザを接続し、合成反射光 R_v の各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 毎のパワースペクトルを求めることによって、障害発生の有無を表す特徴データを特徴抽出するようにしてもよい。

【0039】また、この実施例では、パルス状のプロープ光 $h\nu$ を入射することとしたが、これに限定されるものではなく、比較的長い時間で発光する矩形状のプロープ光を入射させ、受光器5では、反射光 R_v の光強度を計測する代わりに、露光量を計測することによって特徴抽出するようにしてもよい。

【0040】また、図1に示す光源3と可変反射型フィルタ4と受光器5を、周知の光パルス試験器（OTDR）に置き換えてもよい。かかるOTDRを適用すれば、固定反射型フィルタ $F_1 \sim F_n$ から反射してくる各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の反射光の伝搬遅延時間が得られるので、各枝線光ファイバ線路 $L_1 \sim L_n$ のうちのいずれに

障害が発生したかの監視だけでなく、障害が発生した枝線光ファイバ線路の障害発生箇所の特定制をも可能となる。

【0041】また、この実施例では、広波長帯域の光 $h\nu'$ を出射する光源3と、この光 $h\nu'$ の特定と波長成分を順次に遮断することによってプロープ光 $h\nu$ を発生させる可変反射型フィルタ4と備える構成としたが、これらを含めたのと同じ機能を有する波長可変型の光源を適用してもよい。

【0042】また、図1に基づくこの実施例の説明では、1個の分岐用スターカブラに複数の枝線光ファイバ線路を接続して成る樹枝状の光ファイバ線路網を監視対象としたが、本発明は、図5(a)(b)に示すような更に複雑な分岐を有する光ファイバ線路網の監視にも適用することができる。即ち、各枝線光ファイバ線路を識別することができる固定反射型フィルタを使用し、それらの固定反射型フィルタに設定されている波長成分が欠如したプロープ光を幹線光ファイバ線路等の上流側から入射したときに反射してくる反射光を検出することによって、様々なシステム構成の光ファイバ線路網の監視が可能である。

【0043】また、固定反射型フィルタ及び可変反射型フィルタは、上記のファイバグレーティングによるものに限らず、同等の機能が得られるものであれば、他のフィルタを適用してもよい。

【0044】更に、この実施例では、プロープ光の入射及びそれに伴う反射光の受光をCATV局舎内などにおいて実施する場合を述べたが、この場合には、光ファイバ線路網を集中監視することができるという効果が得られる。但し、本発明はこの実施例に示すような態様に限定されるものではない。即ち、被監視対象である下流側に位置する枝線光ファイバ線路に対して、上流側の光ファイバ線路からプロープ光を入射してそれに対応して得られる反射光を解析することによって、上記下流側の枝線光ファイバ線路の障害発生の有無等を検知することができるものである。例えば分岐用スターカブラからプロープ光を入射すれば、その分岐用スターカブラより下流側に位置する枝線光ファイバ線路群を監視することができるし、例えば、ある枝線光ファイバ線路に更に設けられている分岐用スターカブラに接続されている枝線光ファイバ線路を監視することも可能である。このように、本発明は、ある特定エリア内の枝線光ファイバ線路の監視をローカルに行うこともできるし、上記集中監視をも可能である。

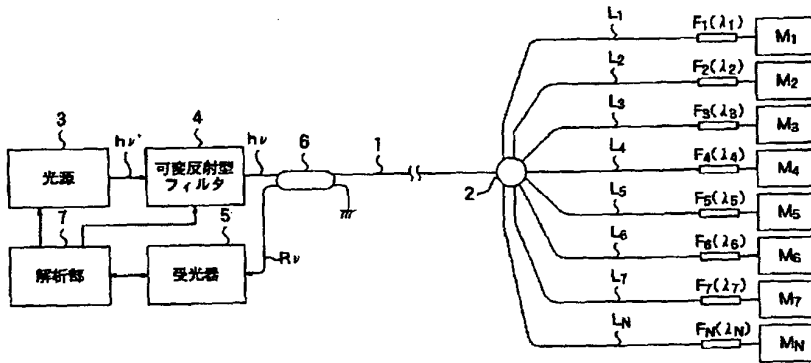
【0045】更に、図1に示す光源3と可変反射型フィルタ4と受光器5を含む監視装置を小型且つ軽量に形成することができるので、携帯用の監視装置を実現して、機動性のある、光ファイバ線路網の保守管理等を実現することができる。

【0046】

【発明の効果】以上に説明したように本発明によれば、被監視対象である複数の枝線光ファイバ線路に、相互に異なる反射波長の反射型フィルタを設け、これらの反射型フィルタに対応する波長の光成分を順次に欠如して成るプローブ光を上流側から入射したときに得られる反射光の各波長の光強度レベルの変化パターンに基づいて、障害を有する枝線光ファイバ線路の有無の判定や障害発生箇所の特定制を行うので、簡素にして高精度の監視方法及び監視システムを提供することができる。

【0047】また、既存の光ファイバ線路網を大幅に変更することなく、この監視システムを構築することができるという効果があると共に、光ファイバ線路網の変更及び新規追加等に対しても容易に適用することができるという優れた汎用性を有するものである。

【図1】



【図2】

(正常な場合)	
反射波長 λ_i	受光器で検出される合成反射光の強度
A 設定せず	$RI = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_{N-1} + R_N$
$\lambda_i = \lambda_1$	$RI = R_2 + R_3 + \dots + R_{N-1} + R_N$
$\lambda_i = \lambda_2$	$RI = R_1 + R_3 + \dots + R_{N-1} + R_N$
$\lambda_i = \lambda_3$	$RI = R_1 + R_2 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$
$\lambda_i = \lambda_4$	$RI = R_1 + R_2 + R_3 + R_5 + \dots + R_{N-1} + R_N$
$\lambda_i = \lambda_N$	$RI = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_{N-1}$

(異常が発生した場合)		
反射波長 λ_i	異常ファイバ F_j	受光器で検出される合成反射光の強度
$\lambda_i = \lambda_1$	$F_j = F_1$	$RI = R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$
	$F_j = F_2$	$RI = R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$
	$F_j = F_3$	$RI = R_2 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$
	$F_j = F_N$	$RI = R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1}$
$\lambda_i = \lambda_2$	$F_j = F_1$	$RI = R_3 + R_4 + R_5 + \dots + R_{N-1} + R_N$
	$F_j = F_2$	$RI = R_1 + R_3 + R_4 + R_5 + \dots + R_{N-1} + R_N$
	$F_j = F_3$	$RI = R_1 + R_2 + R_4 + R_5 + \dots + R_{N-1} + R_N$
	$F_j = F_N$	$RI = R_1 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1} + R_N$
$\lambda_i = \lambda_N$	$F_j = F_1$	$RI = R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1}$
	$F_j = F_2$	$RI = R_1 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1}$
	$F_j = F_3$	$RI = R_1 + R_2 + R_4 + \dots + R_{N-1}$
	$F_j = F_N$	$RI = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_{N-1}$

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の監視システムの構成を示すブロック図である。

【図2】一実施例の動作原理および監視動作を説明するための説明図である。

【図3】一実施例の動作原理および監視動作を更に説明するための説明図である。

【図4】本発明の実験例の結果を示す説明図である。

【符号の説明】

1…幹線光ファイバ線路、2…分岐用スターコブラ、3…光源、4…可変反射型フィルタ、5…受光器、6…双方向光分岐器、7…解析部、 $L_1 \sim L_N$ …枝線光ファイバ線路、 $F_1 \sim F_N$ …固定反射型フィルタ、 $M_1 \sim M_N$ …加入者端末器。

【図4】

	固定反射型フィルタの波長(mm)	正常時の反射光 R_{ν} の強度(mW)	異常時の反射光 R_{ν} の強度(mW)
λ_1	1641	50.4	50.7
λ_2	1644	51.2	48.6
λ_3	1647	53.5	50.4
λ_4	1650	54.9	51.7
λ_5	1653	55.0	51.5
λ_6	1656	53.0	49.3
λ_7	1659	51.1	47.9
λ_8	1662	49.8	47.0

【図3】

フロントページの続き

(72)発明者 古川 眞一
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内